



ASADES

Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente
Vol. 12, 2008. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE UN DESTILADOR SOLAR ASISTIDO CON COLECTOR ACUMULADOR

Ezequiel Dúcculi¹, Javier Marchesi¹, Jorge Barral¹, Amílcar Fasulo^{1 y 2}

1 Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nac. N° 36 Km. 601, (5800) Río Cuarto Tel. 0358 – 4676488 / 259
Provincia de Córdoba-República Argentina

E-mail: educculi@ing.unrc.edu.ar, jmarchesi@ing.unrc.edu.ar, jbarral@ing.unrc.edu.ar

2 Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedernera, (5700) San Luis. Tel. 02652 424689 int. 103

E-mail: afasulo@unsl.edu.ar

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue de desarrollar un modelo computacional analítico para representar el comportamiento de un destilador solar de batea simple, asistido con energía auxiliar proveniente de un colector con acumulación integrada mototank con cubierta de policarbonato cilíndrica. Se utilizó el método entrada-salida y ecuaciones convencionales para evaluar los intercambios energéticos y producción de destilado del dispositivo. Con el modelo desarrollado se corrieron simulaciones utilizando datos climáticos correspondientes al período de tiempo en que se realizaron las mediciones experimentales en el prototipo del Laboratorio de Energía Solar de la UNRC. Los resultados obtenidos mediante simulaciones se compararon con los obtenidos experimentalmente con el objeto de validar el modelo. Tanto los resultados experimentales como los simulados se analizaron en términos de destilado producido en función del tiempo, presentados aquí mediante gráficos, y donde se observa una buena correspondencia entre los valores medidos y simulados.

Palabras clave: Destilador solar, modelo computacional, simulaciones, producción, validación.

INTRODUCCIÓN

La destilación solar se ha utilizado para producir agua destilada a partir del agua que se dispone en el lugar, normalmente de baja calidad (300 microsiemens o más). Distintos sistemas de destilación de este tipo pueden obtener agua de muy buena calidad (1 microsiemens), (Marchesi et al., 2006). En Lugares donde el agua potable es escasa en la región central de la República Argentina, resulta aplicable este sistema de destilación.

El interés en destiladores solares de batea simple (DB) es debido a su facilidad constructiva, sin embargo su baja productividad los hace poco utilizables en forma práctica. Esto ocurre ya que son sensibles al cambio de radiación, por lo que a la noche su producción es prácticamente cero. Varios autores demostraron que la diferencia de temperaturas entre la cubierta de cristal y el agua gobierna la producción diaria de destiladores de batea simples, por lo que a mayor diferencia de temperatura, los niveles de producción también aumentan, (Sartori, 1996); (Al-Karabsheh et al., 2003).

Por esta razón, se han estudiado alternativas para proveer más temperatura al agua de la batea (Tiris et al., 1998) o realizar un almacenamiento que permita mantener cierta temperatura durante la noche para que los equipos continúen destilando (Follari, et al., 2005). La utilización de un tanque acumulador, resulta conveniente ya que por ser un elemento pasivo, no demanda energía auxiliar ni necesita mantenimiento. Combinando estos dos tipos de mejoras, y aprovechando desarrollos previos (Fasulo et al., 1997) es que se comenzó a experimentar con el acoplamiento al destilador de batea de un colector solar con acumulación integrada mototank con cubierta de policarbonato alveolar (Esteban, 2006).

Cuando se desea analizar el funcionamiento de un equipo de este tipo para distintos consumos de agua destilada y condiciones climáticas surge la necesidad de contar con un elemento de cálculo que nos evite las costosas y largas experimentaciones. Asimismo, a fin de interpretar cabalmente el funcionamiento de estos dos elementos acoplados, resulta conveniente la obtención de un modelo analítico que interprete los procesos físicos que ocurren en el equipo. Diversos sistemas se han utilizado para modelizar el comportamiento de los destiladores solares de batea (Tiwari et al., 2003), algunos con detallados estudios del comportamiento de las corrientes conectivas en el interior del sistema cubierta-batea (De Paul, 2002). Pero en este caso, a fin de obtener un primer modelo simplificado, se utilizó el método Entrada-Salida propuesto por Mathioulakis et. al. (1999) que se basa en análisis más globales de transferencia de energía.

Se trabajó en el desarrollo del modelo computacional para el destilador solar con colector acumulador (DCSA) basándose en experiencias previas, se utilizó adicionalmente literatura específica de destiladores solares de batea simple, y se tomó como referencia el método Entrada – Salida (Mathioulakis, et al 1999). A un modelo desarrollado previamente para el destilador DB, se le modificó y se le agregaron los elementos que gobiernan el funcionamiento del colector acumulador para obtener el modelo físico-matemático para el destilador el destilador DCSA. Para esto se utilizaron también correlaciones convencionales de transferencia de calor (Incropera, et al, 2007), y desarrollos propios del grupo de investigación.

Al modelo se lo validó mediante su contraste con los datos experimentales obtenidos en el año 2007. El modelo analítico traducido a lenguaje FORTRAN permitió predecir el comportamiento de distintas alternativas de estos dispositivos sin tener que realizar costosos experimentos, dando como resultado la masa de agua producida en un día soleado, sin nubes, con datos de un día de 26 de Mayo de 2007 en [Kg/día]. El software desarrollado, pudo entonces utilizarse para simular este equipo, para distintas condiciones climáticas sin necesidad de realizar grandes experiencias que hubieran implicado contar con varias unidades trabajando un período al menos de un año, en diferentes regiones (latitudes y longitudes diferentes), con el consiguiente alto costo y pérdida de tiempo.

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados obtenidos al haber realizado el trabajo de simulación con el modelo analítico y demostrar que éste permite predecir el comportamiento de estos dispositivos. Los resultados se muestran en gráficos para comparar la producción experimental, respecto a la obtenida por el software desarrollado por nuestro grupo.

DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

El destilador solar de batea simple (DB) se muestra en la Figura 1. Éste está compuesto por la batea y cubierta transparente de vidrio (cúpula). La cúpula tiene adosada en su parte inferior láminas de policarbonato, debido a su baja conductividad térmica se las utiliza como aisladoras térmicas de la cúpula con respecto a la batea que contiene la película de agua. La batea esta aislada en su parte inferior y laterales con una capa de 0,1 m de telgopor y éste se recubrió con chapa galvanizada remachada. En la misma figura se pueden observar la adaptación realizada al equipo para contener el sistema de adquisición de datos, computadora y balanza colocados en el interior de uno de los destiladores.

En el prototipo del DCSA utilizado por el grupo de energía solar (GES) de la UNRC, mostrado en la figura 2 se observa el tanque acumulador, el cual esta pintado en su exterior por pintura negro mate y aislado con doble capa de policarbonato alveolar de 4mm, (Fasulo et al, 1997). Este tanque esta adosado a un destilador de batea simple (DB) y es este el que le provee de energía durante el periodo de falta de radiación, debido a su inercia térmica. Experimentalmente se comprobó que la producción permanece durante la noche, y esto se debe a que la temperatura ambiente es baja, por lo que la diferencia de temperatura entre el vidrio de la cúpula y el agua de la bandeja es mayor que la que se produce durante el día propiamente dicho. Debido a esto, la producción es mayor a la del destilador DB debido a que en este ultimo, la producción nocturna es prácticamente cero.



Figura 1: Destilador tipo DB, mostrando la instalación del sistema de adquisición de datos



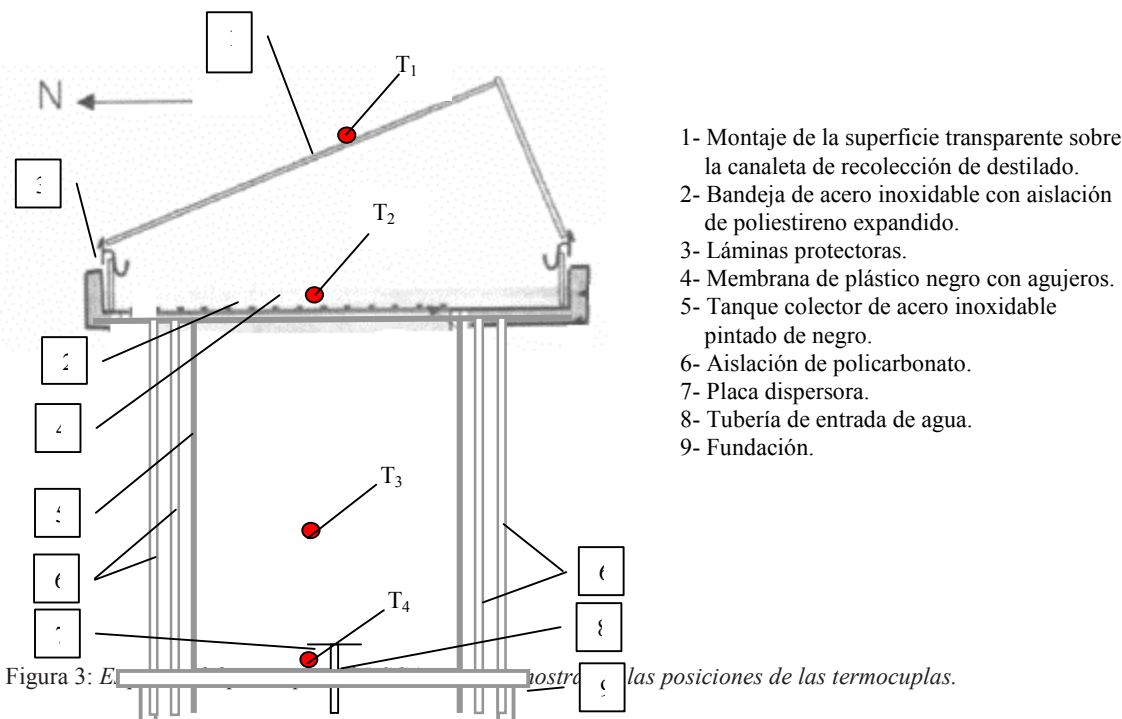
Figura 2: Destilador tipo DCSA

El sistema de adquisición de datos se ha representado las posiciones estratégicas de las termocuplas T1, T2, T3, T4, todas de tipo K, colocadas en el destilador: cúpula de vidrio, posición en agua de bandeja, a la sección media del tanque acumulador, al fondo del tanque acumulador (Marchesi et al., 2007).

PLANTEO DEL PROBLEMA

En este trabajo se utilizaron las ecuaciones planteadas en el método de entrada-salida, como así también se utilizaron tablas de propiedades termodinámicas del agua saturada (Duffie y Beckman, 2006) (Moran y Shapiro, 1998). Según los autores (Mathioulakis et al., 1999), (Belessiotis et al., 1995). El modelo es válido para predecir la performance a largo término de manera aceptable y en forma diaria, y en este trabajo se valida el método en forma numérica, utilizando las ecuaciones básicas planteadas por los autores, contrastando los resultados con los datos experimentales obtenidos en un tipo de destilador DCSA.

En la bibliografía disponible no hay información precisa sobre el comportamiento de un destilador de este tipo, debido a su particular diseño. Por lo tanto este modelo computacional simplificado es un primer paso para avanzar en un desarrollo más elaborado del modelo que contemple diferentes diseños de los parámetros físicos y otras posibles condiciones climáticas no contempladas en el actual. El desarrollo de un modelo computacional evita el gasto de tiempo y dinero que exigen las pruebas experimentales. Por otro lado, en un programa computacional las variables intervinientes (no en su totalidad), se muestran explícitamente lo cual permite realizar un análisis de sensibilidad de las variables permitidas en forma significativa.



El método entrada – salida ha sido utilizado por varios autores: (Voropoulos et al., 2002), también por (Belessiotis et al., 1995) y Esteban (2006) quienes validaron el método obteniendo los factores de eficiencia, pérdidas e inercia, realizando regresiones múltiples de los sistemas de ecuaciones planteados. Así también lo hizo Tiwari (Tiwari, 2002). Al realizar este procedimiento, lo que se debe hacer es utilizar los datos experimentales, fundamentalmente de temperaturas y radiación, para utilizar las herramientas matemáticas de la regresión lineal múltiple, llegando a la correlación de que la masa producida de agua destilada depende linealmente de la radiación.

METODOLOGÍA EMPLEADA

La salida de resultado del software debe ser la cantidad de agua destilada en kg que se obtiene al finalizar el día discriminada en intervalos de 2 minutos, tomados desde la hora 06:00 hasta la hora 06:00 del día siguiente. Actualmente se ha tomado como base para el desarrollo del software el modelo matemático del destilador de batea simple, utilizando el método de entrada-salida tomando un día típico del periodo invernal (Mathioulakis et al., 1999), se ha modificado el sistema de ecuaciones para adosarle (analíticamente) al modelo, el tanque acumulador. El método de entrada-salida para un destilador de batea simple, propone:

$$M_{out} = F1 * Hd + F2 * (Tw - Tg) + F3 \quad (1)$$

Donde M_{out} es la cantidad de destilado obtenido durante el día, y:

$$M_{out} = F2 * (Tw - Tg) + F3 \quad (2)$$

En donde aquí M_{out} es la cantidad de destilado obtenido durante la noche. $F1$ representa un coeficiente característico que depende de los parámetros del destilador y que representa la eficiencia del mismo, $F2$ también es un parámetro del destilador, que representa las pérdidas en el sistema y el término $F3$ representa la inercia del destilador, he aquí donde se ha trabajado para la modificación del modelo original.

Tw es la temperatura del agua en la bandeja, Tg es la temperatura del vidrio de la cúpula y H es la radiación instantánea. (Mathioulakis et. al., 1999). Luego se emplea el método de regresión lineal múltiple analizando los datos experimentales para obtener los coeficientes característicos, y se introducen estos parámetros en el modelo matemático para predecir el volumen de destilado.

En este caso no se utilizó estrictamente este procedimiento, sino que se optó por programar el método utilizando todas las correlaciones propuesta por los autores referenciados, más las ecuaciones desarrolladas específicamente para tratar la radiación absorbida (Barral et al., 2001). Es decir se calculó la producción de destilado utilizando los datos físicos del destilador y los datos de las variables climáticas, para luego poder contrastarlo con los valores experimentales de destilado obtenidos en el prototipo.

CORRELACIONES ELEMENTALES PARA EL DESARROLLO DEL MODELO ANALÍTICO:

Teniendo en cuenta el coeficiente característico $F3$, que representa la inercia térmica del destilador, es aquí en donde la ecuación original del método entrada-salida ha sido modificada teniendo en cuenta lo estudiado por Voropulos, et al. (2003), solo que en ese trabajo se estudia un destilador de batea simple al que se le acopla un tanque acumulador, en donde al agua se la calienta por una resistencia eléctrica. En nuestro caso el calentamiento se lo realiza por medio de la radiación solar, por lo que la temperatura en el tanque no es uniforme como en el trabajo mencionado, sino que se ve estratificada a lo largo de la profundidad del mismo. El resto del modelo propuesto por Belessiotis se mantiene inalterable, y las ecuaciones fundamentales para este modelo son:

a- Factores de pérdidas de flujo:

$$U_i = \left[\frac{1}{U_i} + \frac{1}{A_r U_0} \right]^{-1} \quad \text{Pérdida global de flujo de calor entre el agua y el medio ambiente}$$

$$U_0 = \left[\frac{h_w (T_g - T_a)}{T_g - T_s} \right] + h_{rgs} \quad \text{Coeficiente de transferencia entre el vidrio y el medio}$$

b- Coeficientes de transferencia de calor convectivo:

$$h_{cwg} = 0,884 \left[(T_w - T_g) + \frac{p_w - p_g}{2016 - p_w} - T_w \right]^{1/3}$$

c- Coeficientes de transferencia de calor evaporativo:

$$h_{ewg} = \frac{9,15 \times 10^{-7} h_{cwg} (p_w - p_g) h_{fg}}{(T_w - T_g)}$$

e- Coeficientes de transferencia de calor radiactivo:

$$h_{rwg} = 0,9 \sigma (T_w^2 + T_g^2) (T_w + T_g)$$

f- Coeficientes de transferencia de calor por radiación y convección entre la cúpula y el medio ambiente:

$$h_{rgs} = \varepsilon_g \cdot \sigma (T_w^2 + T_g^2) (T_w + T_g)$$

$$h_{cgs} = h_w \left[\frac{(T_g - T_a)}{(T_g - T_s)} \right]$$

g- Temperatura de cielo:

$$T_s = 0.0552 * T_a^{1.5}$$

h- Ecuación de presión de vapor de agua a las condiciones de temperatura de la bandeja.

$$P_w = 0,0075 * (6,654 \times 10^9 * T_w^4 - 1,119 \times 10^4 * T_w^3 + 0,467 * T_w^2 - 89,059 * T_w + 6393,9)$$

i- Ecuación de presión de vapor de agua a las condiciones de temperatura de la cúpula.

$$P_g = 0,0075 * (5,433 \times 10^6 * T_g^4 + 1,097 * T_g^3 + 0,467 * T_g^2 - 89,059 * T_g + 393,9)$$

DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE:

Este trabajo muestra la simulación numérica del destilador DCSA, cuya codificación esta realizada en FORTRAN 95, (Chapman, .2004), presentando la salida de resultado mediante una curva de producción del destilador. Actualmente el programa necesita para correr datos físicos del destilador, parámetros de diseño del destilador, como se ha explicado por las ecuaciones 1 y 2, y datos medidos experimentalmente como: temperatura de agua en la batea, temperatura del cobertor, radiación solar, registrados en una planilla electrónica, siendo esto último fundamental para que el software del modelo del DCSA pueda leer estos datos como entrada al algoritmo.

Los datos han sido registrados cada 20 minutos durante todo el día, obteniendo así 79 puntos de medición realizando un promedio de cada medición entre los días comprendidos del 29/05/08 al 04/06/08 representando así un día característico de invierno.

El programa principal en FORTRAN al interactuar con los archivos procesados en la planilla electrónica y guardados como archivos de solo texto, realiza todos los cálculos necesarios con las ecuaciones presentadas anteriormente, generando automáticamente un archivo de salida también con formato de texto para ser procesado por la planilla electrónica, editado por columnas, mostrando un listado de producción de masa por unidad de tiempo de destilado diario para cada intervalo de tiempo procesado por el programa. Los datos de salida del software son graficados luego para su interpretación.

El software nos permite variar fácilmente los distintos parámetros involucrados (superficie de batea, inclinación de la cúpula, espesor de la cúpula de vidrio, profundidad de agua en la batea, dimensiones de la cúpula, volumen del tanque acumulador, disposición de entrada de agua al sistema, etc.), con lo cual se puede analizar cual es la mejor geometría que daría el mejor rendimiento.

Se debe entender por rendimiento es aquel que esta caracterizado a través de la ganancia GOR (Gained Output Ratio), que representa el calor necesario para evaporar el agua producida en cierto tiempo, con respecto a la energía invertida en ese mismo intervalo de tiempo.

$$GOR = \frac{\Delta h.w}{E}$$

VALIDACIÓN DEL MÉTODO

En el año 2007 se realizaron experiencias con este tipo de destilador asistido con tanque acumulador, realizando mediciones continuas de temperatura en lugares estratégicos del modelo experimental mediante termocuplas tipo T y adquiriendo los datos mediante un datalogger “FLUKE netdaq 2640”. Midiendo la producción obtenida (masa de producido al día) por medio de balanzas electrónicas del tipo comercial” Kretz mod. 3200E” de capacidad 31 Kg.

Debido a que este tipo de destilador tiene mayor inercia térmica que el modelo de DB, se comprueba experimentalmente que la diferencia $T_w - T_g$ ronda los 10 °C, y cuando al destilador le incide la mayor radiación térmica, esta diferencia llega a ser máxima. Esto ocurre porque la temperatura de la cúpula aumenta mas rápidamente que la del agua, siempre por el motivo de la inercia térmica provocada por el gran volumen de agua del tanque acumulador.

En el período de la noche cuando la radiación es cero, toda la energía acumulada en el tanque durante el día es aportada al agua de la bandeja, logrando así mantener una suficiente diferencia de temperatura entre la cúpula y el agua de la bandeja y permitiendo así la producción durante la noche. Es por este motivo que la producción del DCSA es mayor que la del destilador tipo DB. La curva de producción experimental se muestra en la Figura 4.

Con la salida del programa se generan un archivo de texto, que procesado con los utilitarios correspondientes permite la graficación de la curva de simulación de la producción horaria en un día típico de Mayo. Los resultados obtenidos se grafican en la Figura 5, anteriormente presentada. En la figura 6 mostramos la comparación de ambas curvas, la experimental y la simulada:

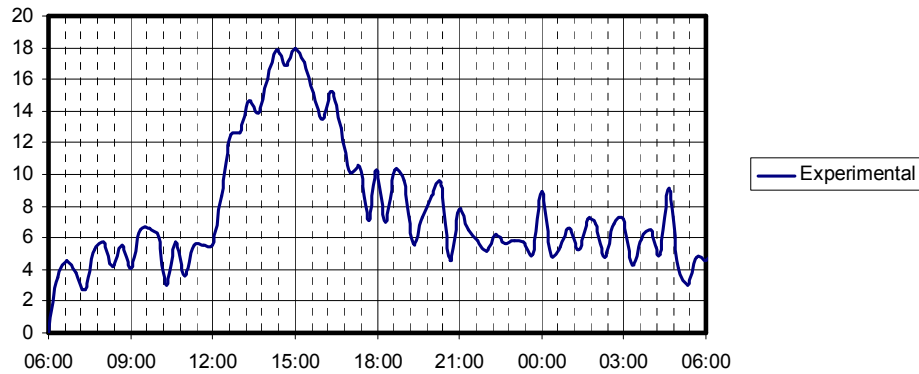


Figura 4: Curva experimental de producción del destilador DCSA

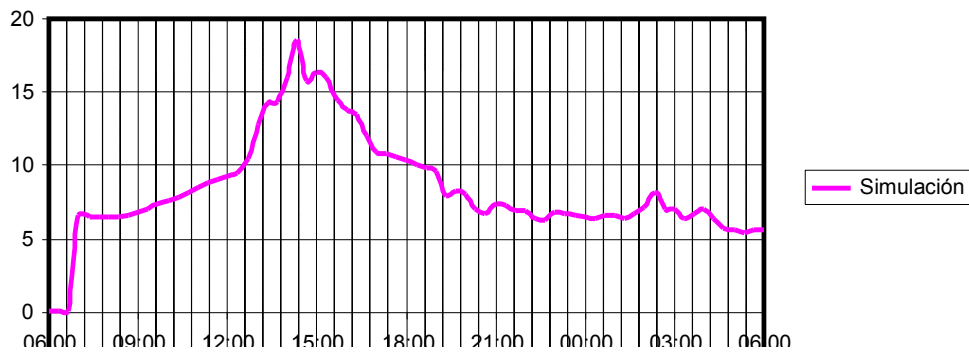


Figura 5: Gráfica de curva de producción simulada del destilador DCSA

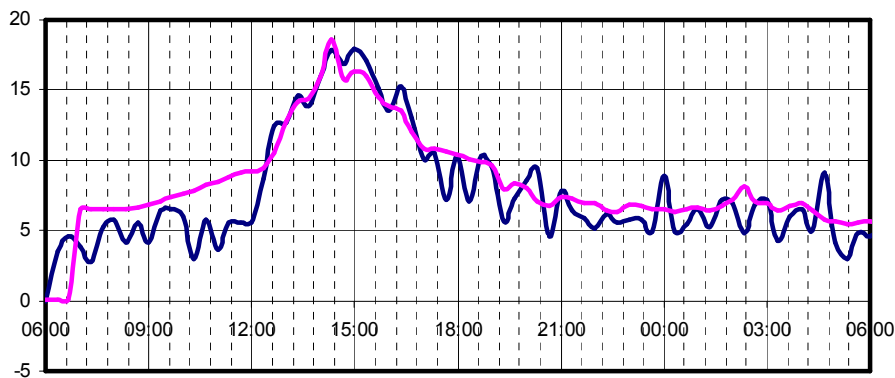


Figura 6:
de

Gráfica
comparación entre la curva experimental y la simulada del destilador DCSA

CONCLUSIONES

En la Figura 6 observamos la curva experimental, contrastada con la curva que nos pronostica el modelo. Podemos afirmar que este modelo físico-matemático representó al sistema físico real con buena aproximación, y que nos permite predecir el funcionamiento del destilador tipo DCSA bajo cualquier condición de funcionamiento, evitando así la necesidad de experimentos costosos.

Al realizar el análisis de contrastación, pudimos observar según la Figura 6 que la curva que representa la salida del modelo físico – matemático, no copia fielmente a la curva que representa la salida del modelo físico real. Esto se debe a varios factores, que entre los más importantes son:

- Los efectos de transferencia de calor son tan complejos que están simplificados matemáticamente.
- Si tenemos en cuenta que la matemática misma es una herramienta fundamental para resolver sistemas de ecuaciones, pero debemos tener presente que la matemática en si misma tiene limitaciones para representar modelos en forma exacta, para cualquier rango de operación.

- Observamos que la curva experimental tiene demasiados “ruidos”, la tratamos sin filtro alguno, y se debe principalmente a la elección de los intervalos de medición de los datos experimentales seteados en el software del instrumento de medición. Si se eligieran rangos de mediciones mas pequeños notaríamos que la curva se presentaría más suave.

Todos estos ítems destacados producen propagación de errores en los resultados, propios del cálculo numérico, y físicamente no los podemos caracterizar a todos en nuestro modelo analítico, debido a que escapan a los modelos de los métodos numéricos utilizados. Por lo que estas diferencias en los resultados se deben a propagación de errores y no a problemas de caracterización del modelo mismo.

Aunque se necesita seguir desarrollando tanto el modelo, como el software mismo, afirmamos que disponemos de una herramienta importante que nos permitirá realizar mejoras sobre el sistema real, sin invertir grandes cantidades de dinero.

Como etapa futura de este trabajo se planea incluir el software ya terminado dentro de las librerías del software de simulación TRNSYS, y con un software específico de programación orientada a objetos (VISUAL BASIC) para presentar al software con características comerciales, aunque el objetivo de este desarrollo no sea el de comercializar el software de simulación del destilador, sino que como objetivo final se pretende darle esta característica para una pulida presentación. Se pretende también incluir a todas las variables del prototipo físico, para realizar una prueba de sensibilidad completa a nuestro modelo. Se deberá diseñar para el software un módulo que recalculé la irradiancia utilizando métodos analíticos, y que continuamente este comparando la irradiancia calculada con la que existe en el momento que se esta realizando experiencias de campo. Por otro lado, a medida que el software vaya evolucionando, mediante análisis de sensibilidad, el modelo permitiría analizar la influencia de variables geométricas, propiedades físicas y condiciones de operación, con posibilidad de introducir mejoras en la estructura del modelo.

NOMENCLATURA:

F_1 – Parámetro del destilador [$\text{Kg.m}^2/\text{MJ}$]
 F_2 – Parámetro del destilador [Kg]
 F_3 – Parámetro del destilador [Kg]
 A_g – Área de la cúpula de vidrio del destilador [m^2]
 A_w – Área de la superficie de agua en la batea [m^2]
 H_d – Radiación diaria [MJ/m^2]
 h_{ew} – Coeficiente de transferencia de calor de evaporación [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
 h_{cw} – Coeficiente de transferencia de calor por convección [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
 h_{rw} – Coeficiente de transferencia de calor por radiación [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
 h_w – Coeficiente de transferencia del viento [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
 h_{fg} – calor latente de vaporización [J/Kg]
 P_w – Presión de vapor del agua [mmHg]
 P_g – Presión de vapor del agua en el vidrio [mmHg]
 U_i – Coeficiente de transferencia de calor entre el agua y la cúpula de vidrio [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
 U_0 – Coeficiente de transferencia de calor entre el vidrio y el medio ambiente [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
 U_t – Factor de flujo global ascendente entre el agua y el medio ambiente

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en la Universidad Nacional de Río Cuarto y está subsidiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNRC y la Facultad de Ingeniería de la UNRC.

REFERENCIAS

- Barral J., G. Morichetti, P. Galimberti, A. Fasulo (2001) Evaluación de la energía solar absorbida por un colector acumulador integrado monotanque con cubiertas de policarbonato alveolar, *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 5, págs. 03.31 – 03.36.
- Belessiotis V., K. Voropoulus K., Delyannis (1995). Experimental and theoretical method of the determination of the daily output of the solar still: Input – Output Method. *Desalination*, Vol. 100, 1-3, pp. 99-104.
- Chapman S. J. (2004) *Fortran 90/95 for Scientists and Engineers, Second Edition*. McGraw Hill Higher Education.
- De Paul I. (2002) New Model of a Basin-Type Solar Still. *Journal of Solar Energy Engineering, Transactions of the ASME*, Vol. 124, pp. 311-314.
- Duffie J. A. y Beckman W. A (2006) *Solar Engineering of Thermal Processes, Third Edition*, John Wiley and Sons, Inc.
- Esteban C., J.Franco y A.Fasulo (2000) Destilador Solar Asistido con Colector Solar Acumulador. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4 pp 39-41*.
- Esteban C., J.Franco and A. Fasulo (2002) Solar Distiller Assisted by Solar Collector accumulator. *Proceedings of EuroSun 2002*, Bologna, Italia.
- Esteban, C. (2005) *Destilador Solar Asistido con colector solar acumulador*, Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Luis, San Luis.
- Fasulo A., Cortínez V. y Villegas O. (1996). Siete años de control y uso de agua destilada solar en Química Analítica. *Actas de la 18va Reunión de trabajo de ASADES*, Vol. II, pp. 07.33 – 07.38.

- Fasulo A., Perelló D. y Follari J. (1997) Un Colector Solar Acumulador. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 1, 193-196.
- Hanson A., Zachritz W., Stevens K., Mimbela L., Polka R., Cisneros L. (2004), Distillate water quality of a single-basin solar still: laboratory and field studies. *Solar Energy*, Vol. 76, pp. 635–645.
- Incropera F. P., DeWitt D.P, Bergman T. L. y Lavine A. S. (2007) *Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Sixth Edition*, John Wiley and Sons, Inc.
- Marchesi J. O., Dúcculi E. L., Adaro J. A., Fasulo A. J. (2006) Destilación solar en la UNRC construcción y primeros resultados. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 10, 2-31 – 2-37.
- Marchesi J. O., Dúcculi E. L., Adaro J. A., Fasulo A. J. (2007) Sistematización de las mediciones de producción y temperaturas de destiladores solares en la UNRC. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 11, 3-123 – 3-130.
- Mathioulakis E., Voropoulus K., Belessiotis V. (1999). Modeling and prediction of long – term performance of solar still. *Desalination*, Vol. 122, 1, pp. 85-93.
- Mills, A. F. (1995) *Transferencia de Calor*. Irwin.
- Moran, M. J.; Shapiro, H. N. (1998) *Fundamentos de la Termodinámica Técnica – Tomo 1*. Reverté.
- Tiris C., Tiris M., Erdalli Y. y Sohmen N. (1998) Experimental studies in a solar still coupled with a flat plate collector and a single basin still, *Energy Conversion and Management*, Vol. 39, 8, pp. 853-856.
- Tiwari G. N. (2002) *Solar Energy, Fundamentals, Design, Modelling and Applications*. CRC Press.
- Tiwari G. N., Singh H. N. y Tripathi R. (2003) Present status of Solar Distillation. *Solar Energy*, Vol. 75, 367-373.
- Voropoulus, K., Mathioulakis E., Belessiotis V. (1995). Analitical simulation of energy behavior of solar still and experimental validation. *Desalination*, Vol. 153, 1, pp. 87-94.

ABSTRACT: The goal of this work is to develop an analytical computational model to represent the behaviour of a solar still of single basin, which is assisted with extra energy from an integral collector storage system with cylindrical polycarbonate cover. The input-output method and heat transfer equations have been used to evaluate the energetic interchanges and the distillate production performed by the equipment. Simulations were run with the computational model using climatic data from experiments made in a prototype mounted in the Solar Energy Laboratory of the UNRC. The obtained results by the simulations were compared with results experimentally obtained, in order to validate the model. Both, the experimental and simulated results were analyzed in terms of the quantity of distillate obtained as a function of time. The comparisons are shown here by means of plots, where a good agreement between measured and simulated values is observed.

Keywords: Solar still, computational model, simulations, distillate, validation.